



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 42 39 711 A 1**

21 Aktenzeichen: P 42 39 711.1  
22 Anmeldetag: 26. 11. 92  
43 Offenlegungstag: 1. 6. 94

51 Int. Cl. 5:-  
**B 60 K 41/28**  
B 60 K 26/00  
B 60 K 28/16  
B 60 G 17/00  
B 60 T 8/32  
F 02 D 41/00  
F 02 D 43/00  
B 60 R 16/02  
// B60K 31/00

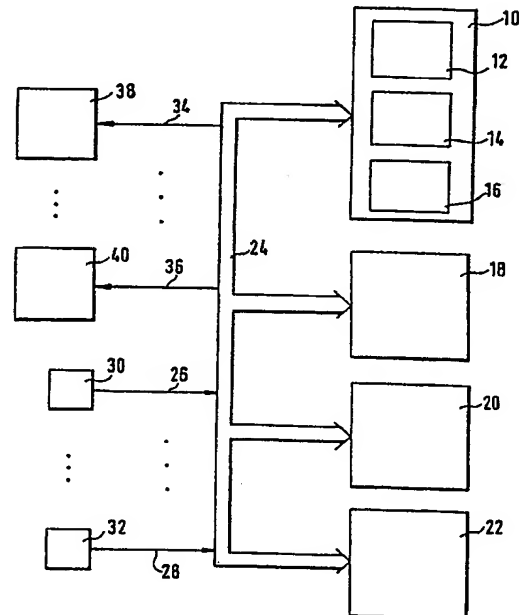
DE 42 39 711 A 1

71 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

72 Erfinder:  
Hess, Werner, Dipl.-Ing., 7000 Stuttgart, DE; Zhang,  
Hong, Dr., 7120 Bietigheim-Bissingen, DE

54 Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung eines Fahrzeugs

57 Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung eines Fahrzeugs beschrieben, bei dem zwischen verschiedenen Teilsystemen, von denen eines ein Motorsteuersystem ist, zu dem Motorsteuersystem hin eine Schnittstelle definiert, welche auf der Basis des von Motor erzeugten Moments arbeitet und über die die Teilsysteme Informationen betreffend dieses Moments zur Steuerung des Fahrzeugs austauschen.



DE 42 39 711 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

## Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung eines Fahrzeugs gemäß den unabhängigen Patentansprüchen.

Bereits heutige Fahrzeuge sind durch eine Vielzahl von elektronischen Systemen, wie z. B. elektronische Einspritz- und Zündungssteuerungen und/oder ABS-Systeme gekennzeichnet. Um die zukünftig sich noch weiter erhöhenden Anforderungen an Umweltverträglichkeit, Verbrauch, Sicherheit und/oder Komfort der Fahrzeuge erfüllen zu können, müssen verstärkt weitere elektronische Systeme eingeführt werden. Dabei sind in erster Linie elektronische Motorleistungssteuerungen (sogenannte E-Gas-Systeme), Fahrgeschwindigkeitsregelsysteme, Antriebschlupf- bzw. Motorschleppmomentregelsysteme (ASR/MSR) und/oder elektronische Getriebesteuersysteme, aber auch Fahrwerksteuersysteme, Lenksysteme, incl. elektronischer Hinterradlenkung, Abstandsregelsysteme, Navigationssysteme und/oder Verkehrsleitsysteme, zu erwähnen.

Dabei ist zu beachten, daß die obengenannten Teilsysteme zumindest in einigen Teilbereichen ihrer Funktion auf die Antriebsleistung des Fahrzeugs eingreifen, so z. B. die Getriebesteuerung während des Schaltvorgangs, das ASR-System zur Schlupfregelung, ein Abstandsregelsystem zur Regelung des Abstands zu einem voraus fahrenden Fahrzeug etc. Daher erhöht sich die Komplexität des Gesamtsystems zur Steuerung des Fahrzeugs weiter. Um jedoch eine zufriedenstellende Steuerung des Fahrzeugs zu erreichen, ist ein optimales Zusammenwirken der Teilsysteme notwendig. Insbesondere ist es ein Ziel, die Querkopplungen zwischen den einzelnen Teilsystemen zu verringern und dadurch eine unabhängige Applikation und Beherrschung jedes Teilsystems zu erreichen.

Ein erster Schritt in diese Richtung wird in der DE-OS 41 11 023 vorgestellt. Dort wird ausgehend vom Fahrerwunsch eine hierarchisch angeordnete Systemstruktur vorgeschlagen, bei der zwischen den einzelnen logischen Teilsystemen Schnittstellen definiert sind, über welche Informationen bezüglich einer von der nächst tieferen Hierarchieebene einzustellenden Größe übermittelt werden. Beispielsweise wird zur Einstellung der Motorleistung über die Steuerung der Luftzufuhr, der Kraftstoffzufuhr sowie des Zündzeitpunktes dem Teilsystem der Motorsteuerung eine Information bezüglich eines Motormomentenvorgabewertes übermittelt. Eine nähere Beschreibung dieser Schnittstelle zur Motorsteuerung hin wird in der genannten Veröffentlichung nicht gegeben.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung eines Fahrzeugs mit wenigstens einem elektronischen Teilsystem neben einem Motorsteuersystem anzugeben, bei dem eine Schnittstelle zum Motorsteuersystem hin angegeben wird, welche von allen vorhandenen Teilsystemen bedient werden kann und die unabhängig vom Motortyp sowie den zur Verfügung stehenden Größen zur Motorbeeinflussung als auch unabhängig von den mit dem Motorsteuersystem kommunizierenden Teilsystemen angewendet werden kann.

Dies wird dadurch erreicht, daß dem Motorsteuersystem von dem wenigstens einen Teilsystem zumindest in wenigstens einem Betriebszustand wenigstens Werte

bezüglich einer durch Einstellung wenigstens eines Leistungsparameters des Motors beeinflussbaren Größe übermittelt und von dem Motorsteuersystem durch Einstellen von wenigstens einem der jeweils zur Verfügung stehenden Leistungsparametern bereitgestellt wird, wobei die Größe einen Parameter beschreibt, welcher ein Maß für das Leistungsvermögen des Motors, ein Maß für das vom Motor abgegebene Moment oder der vom Motor abgegebenen Leistung darstellt.

Aus der deutschen Patentanmeldung DE-P 42 32 974.4 ist bekannt, ein gewünschtes Motordrehmoment durch Beeinflussung von Luftzufuhr und Zündung bereitzustellen unter Berechnung und Einstellung des dazu notwendigen Verbrennungsmoments.

Aus der deutschen Patentanmeldung DE-P 42 20 243.4 ist bekannt, bei der Einstellung des Motor Moments Verlustmomente, Verbrauchsmomente von zusätzlichen Verbrauchern und Korrekturmomente z. B. eines Leerlaufreglers zu berücksichtigen und diese Momentenbeiträge zu adaptieren, d. h. mögliche Veränderungen dieser Beiträge zu berücksichtigen.

## Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Vorgehensweise stellt eine einheitliche Schnittstelle zum Motorsteuersystem hin zur Verfügung, welche Querkopplungen zwischen den Teilsystemen verringert und eine unabhängige Applikation und Beherrschung jedes Teilsystems erlaubt.

Besonders vorteilhaft der erfindungsgemäßen Vorgehensweise ist, daß die vorgeschlagene Schnittstelle modular aufgebaut ist, so daß bei Wegfall einer Substruktur des Motorsteuersystems (z. B. elektronische Steuerung der Luftzufuhr) die Schnittstelle nicht beeinträchtigt wird.

Besonders von Bedeutung ist, daß die vorgestellte Schnittstelle derart aufgebaut ist, daß eine Kommunikation zwischen unterschiedlichen Steuersystemtypen ohne Beeinflussung der Schnittstelle ermöglicht wird.

Durch den erfindungsgemäßen Aufbau der Schnittstelle ist vorteilhaft eine feine Dosierung des Leistungsvermögens des Motors, des von diesem abgegebenen Moments oder der abgegebenen Leistung, sowie eine Verringerung der beim Motoreingriff von Teilsystemen entstehenden zusätzlichen Abgasbelastung ermöglicht.

Ferner ist vorteilhaft, daß je nach Genauigkeitsanforderung Struktur und Kennfelder bzw. Kennlinien zur Realisierung der Schnittstelle im Bereich des Motorsteuersystems vereinfacht werden können.

Besondere Vorteile zeigt die erfindungsgemäße Schnittstelle in Verbindung mit einem ASR- und/oder MSR-Eingriff über Einspritzausblendung und/oder Zündwinkelkorrektur und/oder beim Motoreingriff einer Getriebesteuerung während des Schaltvorgangs.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen sowie aus den abhängigen Ansprüchen.

## Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen näher erläutert. Dabei zeigt Fig. 1 ein Blockschaltbild der Konfiguration eines modernen Steuersystems für ein Fahrzeug, während Fig. 2 in Form eines Blockschaltbildes ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Schnittstelle darstellt. Die Fig. 3 beschreibt schließlich in Form eines Blockschaltbildes eine Realisierform der

Schnittstelle. Fig. 4 zeigt die reduzierte Schnittstelle, wenn lediglich ein Zündungseingriff vorgesehen ist, Fig. 5 die reduzierte Schnittstelle bei ausschließlichem Eingriff in die Kraftstoffzumessung und Fig. 6 eine Schnittstelle mit Zündungs- und Kraftstoffzumessungseingriff.

#### Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Fig. 1 zeigt beispielhaft als Übersichtsblockschaltbild ein Steuersystem für ein Fahrzeug. Dabei ist mit 10 eine Steuereinheit zur Steuerung des Motors dargestellt, die mit den Bereichen Kraftstoffzumessung 12, Luftzumessung 14 und/oder Zündungseinstellung 16 ausgestattet ist. Ferner ist eine Steuereinheit 22 zur Steuerung eines automatischen Getriebes, eine Steuereinheit 20 zur Steuerung der Bremsen sowie ggfs. zur Durchführung einer Antriebsschlupf- bzw. Motormomentenschleppregelung und/oder eine Steuereinheit 22 zur Fahrdynamikregelung bzw. zur Fahrwerkseinstellung vorgesehen. Diese Steuereinheiten sind über das Leitungssystem 24, z. B. über den sogenannten CAN-Bus miteinander zum gegenseitigen Informationsaustausch miteinander verbunden. An das Leitungssystem 24 sind ferner über entsprechende Leitungen 26–28 Meßeinrichtungen 30–32 angebunden, welche Betriebsgrößen von Motor, Antriebsstrang und/oder Fahrzeug erfassen. Die erfaßten Betriebsgrößen stellen dabei die im allgemeinen bekannten Betriebsgrößen wie beispielsweise Motordrehzahl, Motortemperatur, Batteriespannung, Rad-drehzahl, Fahrgeschwindigkeit, Abtriebsdrehzahl, Getriebestellung, Turbinendrehzahl, etc., dar. Ferner sind an das Leitungssystem 24 über Leitungen 34–36 Stel-leinrichtungen 38–40 zur Ausführung der verschiedenen Steuerfunktionen angebunden. Dabei handelt es sich beispielsweise um Kraftstoffeinspritzsysteme, Zündungssysteme, elektrisch steuerbare Drosselklappen, Stel-leinrichtungen eines automatischen Getriebes wie z. B. Kupplungen, Stel-leinrichtungen für das Fahrwerk (elektrisch steuerbare Feder-Dämpfer-Elemente) sowie Drucksysteme zur Bremsbetätigung.

Die in Fig. 1 dargestellten Steuereinheiten führen die ihnen zugeordneten Funktionen unter Erfassung der dazu notwendigen Betriebsgrößen durch und bilden Steuerwerte für die verschiedenen Stel-leinrichtungen. Dabei sind Teilfunktionen beispielsweise in Verbindung mit einer Antriebsschlupf- bzw. Motorschleppmomentenregelung, einer Getriebesteuerung zur Bewältigung des Schaltvorganges sowie bei der Fahrwerkregelung Eingriffe in die Antriebsleistung der Antriebseinheit und somit in das Motorsteuersystem 10 notwendig. Die Kommunikation zwischen den Steuereinheiten 18–22 und dem Motorsteuersystem 10 wird durch eine vorzuziehende Schnittstelle bestimmt. Eine einheitliche, übersichtliche und modular aufgebaute Schnittstelle mit den obengenannten Vorteilen wird durch die nachfolgend beschriebene erfindungsgemäße Vorgehensweise zur Verfügung gestellt.

Fig. 2 zeigt die Verbindung zum Motorsteuersystem, wobei die beschriebene Ausgestaltung ein Ausführungsbeispiel der Erfindung darstellt, welches die Obermenge der im Rahmen der erfindungsgemäßen Vorgehensweise möglichen Schnittstellen bildet.

In Fig. 2 ist rechts das Motorsteuersystem 10 dargestellt, welches über das Leitungssystem 24 mit den einzelnen Steuereinheiten oder Teilsystemen 18–22, welche im strichliert dargestellten Steuersystem 42 zusammengefaßt sind, verbunden ist. Über das Leitungssystem

24 werden zur Durchführung der Steuerfunktionen zwischen den Steuersystemen Informationen ausgetauscht. Dazu gehört zunächst ein Vorgabewert, welcher ein Maß für eine die Leistungsabgabe bzw. -vermögen des Motors charakterisierende Größe darstellt, beispielsweise ein Sollkupplungsmoment (mokusol), welches an der Kurbelwelle des Motors auftritt. Alternativ kann ein Vorgabewert für das indizierte Moment (Verbrennungsmoment movsol) übermittelt werden. Der Zusammenhang zwischen Verbrennungs- und Kupplungsmoment ist durch eine einfache Umrechnung gegeben, das Verbrennungsmoment entspricht dem Kupplungsmoment plus der Summe der durch die Massen der Antriebseinheit verbrauchten Verlustmomente (moverl) und weitere Momentenbeiträge von Verbrauchern (mona). Ferner kann auch ein Vorgabewert für die Leistung der Motors (Psol) übermittelt werden.

Je nach Konfiguration des Fahrzeugsteuersystems werden der Motorsteuerung 10 beispielsweise Statusinformationen bezüglich der Steuereinheiten 18–22 zugeführt und/oder der Fahrerwunsch (mokuPf) zugeführt. Beinhaltet das Motorsteuerungssystem eine Aufbereitung des Fahrerwunsches, so kann auf die Übertragung dieser Information verzichtet bzw. die Übertragung vom Motorsteuersystem 10 zu den Teilsystemen 18–22 hin erfolgen. Ferner kann auf die Übermittlung einer Information bezüglich des Status der Teilsysteme 18–22 verzichtet werden, wenn diese derart miteinander verknüpft sind, daß der übermittelte Vorgabewert bereits alle Betriebszustände der Teilsysteme 18–22 berücksichtigt, d. h. wenn beispielsweise die Getriebe-steuereinheit aus ihren eigenen, den Anforderungswünschen der ASR-/MSR-Regelung und/oder der Fahrwerkregelung im Sinne einer übergeordneten Steuereinheit einen entsprechenden Vorgabewert für die Motoreinstellung ermittelt. Vom Motorsteuerungssystem 10 zu dem Teilsystem 18–22 werden Informationen bezüglich des Istwerts der durch den Vorgabewert repräsentierten Größe, z. B. der Kupplungsmoment-Istwert (mokuPist) bzw. der Ist-Wert der alternativ verwendeten Größen, Informationen bezüglich des Maximal- und Minimalwertes dieser Größe (mokuPmin, mokuPmax), einen durch die Verbrennung bereitgestellten Wert dieser Größe (mokuPfü) sowie eine Statusinformation der Motorsteuerung, beispielsweise ob ein Eingriff in die Zündungseinstellung oder ein Eingriff in die Kraftstoffzumessung (z. B. Einspritzausblendung) möglich ist oder über den Betriebszustand des Motors (Leerlauf oder Schub).

Je nach Konfiguration des Fahrzeugssteuersystems, je nach Verfügbarkeit von Stellgrößen und Eingriffsmöglichkeiten und je nach der Notwendigkeit jeder Information kann die Zahl der übertragenen Informationen reduziert werden. Beispielsweise kann nur für eine ASR-Regelung mit Einspritz- und Zündungseingriff ohne Möglichkeit der elektronischen Beeinflussung der Luftzufuhr auf den Informationsaustausch des Fahrerwunsches, des Maximalkupplungsmoments und möglicherweise des Istkupplungsmoments verzichtet werden.

Eine einheitliche Motormomentenschnittstelle, die sowohl einen langsam veränderbaren Momenteneingriff über die Luftzufuhr als auch einen schnellen Momenteneingriff über Einspritzung und Zündwinkel realisiert, die ferner modular aufgebaut ist und bei fehlender Verfügbarkeit einer Stellgröße (z. B. nicht vorhandene Möglichkeit der elektrischen Einstellung der Luftzufuhr) nur diese Teilstruktur ohne weitere Eingriffe in die Schnittstelle nicht aktiv ist, kann durch die erfindungs-

gemäße Schnittstelle realisiert werden.

Grundidee dabei ist, die gewünschte Leistungsabgabe bzw. das gewünschte Leistungsvermögen, bevorzugt das gewünschte Motormoment durch Veränderung aller zur Verfügung stehender Motorstellgrößen (Luftzufuhr, Zündungseinstellung und Kraftstoffzufuhr) zu realisieren. Dabei ist bei heutigen Systemen die Luftzufuhr entweder direkt vom Fahrpedal bestimmt oder durch elektrische Entkopplung vom Fahrpedal elektrisch einstellbar. Im ersten Fall hat der Fahrer das Motormoment im stationären Zustand eingestellt, der Motoreingriff der ASR-Regelung oder der Getriebesteuerung erfolgt dann durch Veränderung der Zündungseinstellung und/oder der Kraftstoffzumessung, beispielsweise durch Einspritzausblendung. Bei elektronischer Beeinflussung der Luftzufuhr wird beispielsweise durch eine übergeordnete Instanz, einer Antriebsstrangsteuerung oder durch das Motorsteuersystem selbst, ein dem Fahrerwunsch entsprechendes Sollmotormoment  $mokupf$  vorgegeben.

Fig. 3 zeigt die Struktur eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der vereinheitlichten Motormomentenschnittstelle im Bereich der Motorsteuerung. Dabei werden an die Motorsteuerung ein Soll-Kupplungsmoment  $mokupf$  vom Fahrer und ein Eingriffsmoment  $mokupsol$  von den Teilsystemen 18–22 sowie Informationen bezüglich des Status der vorhandenen Teilsysteme, z. B. ob ASR oder MSR aktiv ist, übermittelt.

Aus Übersichtlichkeitsgründen wurde als Darstellungsmittel der Schnittstelle ein Blockschaltbild gewählt. In der Realität ist die erfindungsgemäße Schnittstelle als Rechenprogramm verwirklicht. In Fig. 3 werden an verschiedenen Stellen des Blockschaltbildes dieselben Parameter und Funktionen verwendet. Aus Gründen einer klaren Darstellung tragen diese dann dieselben Bezugszeichen, bzw. sind lediglich angedeutet. Selbstverständlich ist in der Realität lediglich ein Funktionselement mit der entsprechenden Funktion vorhanden, dessen Ergebnis an verschiedenen Stellen des Rechenprogramms Verwendung findet.

In Fig. 3 ist schematisch eine Antriebseinheit 100, insbesondere eine Brennkraftmaschine, dargestellt, welcher symbolisch dargestellte Einrichtungen zur Steuerung Kraftstoffzumessung 102, des Zündzeitpunkts 104 sowie der Luftzufuhr 106 über eine Drosselklappe zugeordnet sind. Alternativ kann es sich bei der Antriebseinheit um einen Dieselmotor, bei dem in der Regel auf die Beeinflussung der Luft verzichtet wird oder um einen Elektromotor mit den entsprechenden Eingriffsmöglichkeiten handeln.

Fig. 3 beschreibt die Schnittstelle zwischen dem Motorsteuersystem von den Teilsystemen zugeführten Werten, den vom Motorsteuersystem an die Teilsysteme abgegebenen Werten und der in der Regel vorhandenen Eingriffsmöglichkeiten auf Luftzufuhr, Kraftstoffzumessung und Zündzeitpunkt. Bei herkömmlichen Systemen wird die Luftzufuhr infolge der mechanischen Verbindung der Drosselklappe mit dem Fahrpedal vom Fahrer vorgegeben und kann daher nicht beeinflusst werden. Deshalb ist der "Luftpfad" 108, welcher bei Systemen mit elektrischer Einstellmöglichkeit der Luftzufuhr vorhanden ist, strichliert umrandet.

Eine 1. Leitung 110 führt den Kupplungsmomentvorgabewert  $mokupsol$  eines der Teilsysteme einer Auswahlseinheit 112 zu. Dieser Einheit wird ferner über eine Leitung 114 der Fahrerwunsch  $mokupf$  sowie über eine Leitung 116 Statusinformationen der Teilsysteme zugeführt. Die Auswahlstufe 112 führt eine Minimal- bzw.

Maximalwertauswahl (beispielsweise bei ASR Minimal- bei MSR Maximalauswahl) der von den Teilsystemen vorgegebenen Sollmomentenwerte und dem Fahrerwunsch auf der Basis der Statusinformationen durch. Der Auswahlstufe nachgeschaltet sind die Korrekturstufen 118 und 120, in denen der von der Auswahlstufe übermittelte Vorgabewert mit Verlustmomentbeiträgen  $moverl$  und den Verbrauchsmomentenbeiträgen  $mona$  zusätzlicher Verbraucher korrigiert wird. Die Verlustmomente werden dabei wie aus dem Stand der Technik bekannt aus einem adaptierbaren Kennfeld 122 aus Drehzahl und Motortemperatur ermitteltem, die Verbrauchsmomente aus einem adaptierbaren Kennfeld 124 in Abhängigkeit von dem Betriebszustand von Zusatzaggregaten, wie Klimaanlage, Lenkung, Getriebe, etc. Verlustmoment  $moverl$  und Verbrauchsmoment  $mona$  werden in den Korrekturstufen 118 und 120 zum Sollwert  $mokupsol$  addiert, was einen Sollwert für das indizierte oder Verbrennungsmoment  $movsol$  ergibt. Dieser aufgrund von Fahrerwunsch oder den Eingriffswerten von Teilsystemen ermittelte Sollverbrennungsmomentwert entspricht einem Sollwert, der unter idealen Bedingungen einzustellen ist. Daher wird in einer weiteren Korrekturstufe 126 der Soll-Verbrennungsmomentwert mit der aktuellen Zündungseinstellung korrigiert, so daß als Ergebnis der durch die Füllung (Luft- und Kraftstoffzufuhr bei  $\lambda = 1$ ) bereitzustellende Sollmomentenbeitrag  $movfüsol$  erzielt wird. Die Korrektur erfolgt dabei durch Division des Momentensollwertes  $movsol$  mit einer von der Differenz zwischen einem optimalen Zündwinkel  $zwopt$  und dem aktuellen durch das Zündungskennfeld vorgegebenen Zündwinkel  $zwkf$  abhängigen Funktion  $F$ . Sowohl  $zwopt$  als auch  $zwkf$  werden last- und drehzahlabhängig aus einem nicht dargestellten Kennfeld ausgelesen.

Das auf diese Weise ermittelte Sollverbrennungsmomentanteil der Lufteinstellung  $movfüsol$  wird zur füllungsseitigen Momenteneinstellung verwendet.

Der Sollmomentenwert  $movfüsol$  wird in einem auf die Korrekturstufe 126 folgenden Kennfeld 128 in Verbindung mit der Motordrehzahl  $n$  in einen Luftmassensollwert  $tsol$  umgewandelt. Einem Luftmassenregler 130 werden Sollwert  $tsol$  und der z. B. von einem Heißluftmassenmesser erfaßten Luftmassenistwert  $tiHFM$  zugeführt. Dieser bildet ein Maß für die Abweichung des Istwertes vom Sollwert, mit welchem in einer Korrekturstufe 132 der Sollwert  $tsol$  vorzugsweise multiplikativ korrigiert wird. In einer auf die Stufe 132 folgenden Korrekturstufe 134 wird dieser Sollwert noch motortemperaturabhängig korrigiert und zum Drosselklappenstellungssollwertkennfeld 136 geführt. Dort wird auf der Basis des korrigierten Luftmassensollwertes ein Drosselklappenstellungssollwert  $DKsol$  für die Einstellung der Drosselklappe gebildet, welcher durch das elektronische Gaspedalsystem 138, gegebenenfalls abhängig von weiteren Betriebsgrößen wie Drosselklappenstellung, etc., eingestellt wird. Die Einstellung der zuzumessenden Kraftstoffmenge erfolgt in bekannter Weise auf der Basis des Luftmassenwertes  $tiHFM$  und der Drehzahl  $n$ .

Bei mechanischer Kopplung zwischen Fahrpedal und Drosselklappe ist der strichliert umrahmte "Luftpfad" 108 nicht aktiv, der Fahrerwunsch  $mokupf$  wird von dem Motorsteuersystem nicht mehr eingelesen und der auf der Basis der vom Fahrer eingestellten Füllung der Brennkraftmaschine wie weiter unten beschrieben berechnete Momentenwert  $mokupfü$ , der ein Maß für das durch die eingestellte Füllung bei vorgegebenen Luft-

/Kraftstoffverhältnis erzeugte Verbrennungsmoment ist, wird den anderen Teilsystemen, wenn erforderlich, als Fahrerwunsch übermittelt.

Für den schnellen Motoreingriff über Zündung und/oder Kraftstoffzumessung ist es ebenfalls zweckmäßig, das vom Motor zu realisierende Drehmoment in ein Verbrennungsmoment (durch die Verdichtungsphase erzeugte mechanische Energie) und in ein Verlustmoment (Schleppmoment, durch Reibung und Drosselverluste verbrauchte Energie) aufzuteilen.

Der Eingriff in die Kraftstoffzumessung erfolgt in der Regel durch Abschaltung der Kraftstoffzufuhr wenigstens zu einzelnen Zylindern während bestimmten Arbeitstakten. Dieses Vorgehen wird im folgenden Einspritzausblendung genannt. Die Einspritzausblendung und der Zündwinkelingriff beeinflussen hauptsächlich das Verbrennungsmoment  $m_{ov}$  des Motors, weniger das Verlust- oder Schleppmoment  $m_{overl}$ , in welchem Reibungs- und Drosselverluste zusammengefaßt sind. Deshalb wird bei der nachfolgenden beschriebenen Bestimmung des Eingriffes in die Kraftstoffzumessung über Einspritzausblendung und in den Zündwinkel durch Zündwinkelkorrektur das Soll-Kupplungsmoment  $m_{okupsol}$  mit dem Motorschleppmoment  $m_{overl}$  und dem Verbrauchsmoment von Nebenaggregaten  $m_{ona}$  in ein Verbrennungsmoment  $m_{ovsol}$  wie bereits anhand des Luftpfades erläutert umgewandelt.

Da das Motorschleppmoment und das Verbrauchsmoment im wesentlichen Konstanten sind bzw. durch bekannte Methoden adaptiert werden können (vgl. den eingangsgenannten Stand der Technik), kann die Bestimmung des Sollverbrennungsmoments  $m_{ovsol}$  auch bereits in den Teilsystemen oder in einer übergeordneten Steuereinheit erfolgen, wodurch kein Kupplungsmomentensollwert, sondern ein Verbrennungsmomentensollwert zur Motorsteuerung übertragen wird. In analoger Weise kann bereits in den Teilsystemen oder in der übergeordneten Steuereinheit die abzugebende Motorleistung  $P_{sol}$  bestimmt und zum Motorsteuersystem übertragen werden. In den beiden letzteren Fällen arbeitet die Schnittstelle dann auf der Basis von Verbrennungsmomenten- bzw. Motorleistungswerten.

Die Berechnung des Sollverbrennungsmomentes ist in Fig. 3 durch die Elemente mit dem Bezugszeichen 110a, 118a, 120a, 122a und 124a dargestellt. Die Vorgehensweise entspricht der im Zusammenhang mit dem Luftpfad beschriebenen. Im darauffolgenden Berechnungsblock 140 wird das Verbrennungsmoment  $m_{ovsol}$  unter Berücksichtigung der Statusinformationen der Teilsysteme (116a) und dem durch die Einstellung der Füllung erzeugten Verbrennungsmomentenbeitrag  $m_{ovfü}$ , der über die Leitung 141 zugeführt und wie nachfolgend beschrieben bestimmt wird, in ein Maß für die Zündwinkelkorrektur  $dzw$  und/oder in ein Maß für die Einspritzausblendung  $X$ , z. B. Ausblenden von  $X$  Zylindern innerhalb einer festvorgegebenen Anzahl von Kurbelwinkelumdrehungen ( $X$  kann auch kleiner als 1 sein), umgewandelt. Die durch 140 beschriebene Funktion ist dabei eine allgemeine Funktion zur Bestimmung von Zündwinkel- und/oder Einspritzeingriff, welche in den vorteilhaften Ausführungsbeispielen gemäß Fig. 4 bis 6 beispielhaft dargestellt ist.

Das durch die Füllung erzeugte Verbrennungsmoment  $m_{ovfü}$  ist dabei ein für Normalbedingungen (Zündwinkel gemäß Drehzahl/Last-Kennfeld ohne Zündwinkelingriff, Abgaszusammensetzung  $\lambda = 1$ ) wie folgt bestimmter Wert.

Ein aus dem eingangs genannten Stand der Technik

der deutschen Patentanmeldung DE-P 42 32 974.4 bekanntes Kennfeld 142, das sogenannte Füllungsmodell, bildet aus Drehzahl und Luftmassenmeßwert  $uHFM$  ein Maß für den zum Motor fließenden Luftmassenstrom  $5$   $l_{ist}$ , welcher im darauffolgenden Motorkennfeld 144 in Verbindung mit der Drehzahl und bezogen auf den hinsichtlich der Leistungs- bzw. Momentenabgabe optimalen Zündwinkel  $zwopt$  in einen optimalen Verbrennungsmomentenwert  $m_{ovopt}$  umgerechnet wird. Dieser Wert wird durch die folgende Multiplikationsstufe 146 mit einer Funktion  $F$  korrigiert, welche abhängig ist von der Differenz zwischen dem optimalen Zündwinkel  $zwopt$  und dem unter den gerade herrschenden Betriebsbedingungen (kein Zündwinkelingriff) zu wählenden Kennfeldzündwinkel  $zkwf$  (vgl. Block 126). Der so korrigierte Wert entspricht dem durch die Füllung unter Normalbedingungen erzeugten Verbrennungsmoment  $m_{ovfü}$ , welcher dem Kennfeld 140 zugeführt wird.

Der auf diese Weise bestimmte Verbrennungsmomentenwert  $m_{ovfü}$  wird unter Korrektur (Subtraktion) mit den wie oben dargelegt bestimmten Momentenbeiträgen durch Verbraucher  $m_{ona}$  sowie des Momentenschleppwertes  $m_{overl}$  in den Korrekturstufen 118b und 120b in einen Kupplungsmomentenwert unter Kennfeldzündwinkel  $m_{okupfü}$  umgewandelt, welcher über die Leitung 148 den Teilsystemen zur Verfügung gestellt wird.

Ferner wird ausgehend von dem im Kennfeld 144 ermittelten optimalen Verbrennungsmomentenwert  $m_{ovopt}$  durch Korrektur mit einer Funktion  $F$ , welche abhängig ist von der Differenz aus optimalem Zündwinkel  $zwopt$  und dem tatsächlich eingestellten Zündwinkel  $zwt$  (d. h. gegebenenfalls unter Berücksichtigung von weiteren Korrekturen, wie z. B. von einer Klopf- oder Leerlaufregelung) in der Korrekturstufe 150, durch Berücksichtigung der möglicherweise ausgeblendeten Einspritzungen in der Berechnungsstufe 152 sowie unter Subtraktion von Verbrauchsmomentenbeiträgen  $m_{ona}$  und Verlustmomentenbeiträgen  $m_{overl}$  in den Korrekturstufen 118c und 120c und unter Subtraktion der in einer Berechnungsstufe 154a abhängig von der Motordrehzahländerung bestimmten Momentenbeitrag durch die bewegten Massen des Motors in einen Meßwert für das tatsächlich vorliegende Kupplungsmoment  $m_{okupist}$  umgewandelt und über die Leitung 156 gegebenenfalls an die Teilsysteme geführt.

Ferner wird die im Kennfeld 140 bestimmte Zahl der auszublendenden Einspritzungen an das Einspritzsystem 102 abgegeben, welches die Vorgabe beispielsweise durch ein rollierendes Ausblendmuster ausführt. Der Zündwinkelkorrekturwert  $dzw$  wird in einer 1. Korrekturstufe 158 und einer 2. Korrekturstufe 160 durch Subtraktion des optimalen Zündwinkels  $zwopt$  und Addition des Kennfeldzündwinkels  $zkwf$  in einen Korrekturbetrag des Kennfeldzündwinkels  $dzkwf$  umgerechnet und dem Zündsystem 104 zur Einstellung zugeführt.

Dabei ist zu beachten, daß die in Fig. 3 beschriebene Schnittstelle alle drei Einflußmöglichkeiten auf die Leistungsparameter des Motors beschreibt. In vorteilhaften Ausführungsbeispielen sind alle diese drei Leistungsparameter auf elektronischem Wege beeinflussbar, so daß die Schnittstelle in der dargestellten Art ausführbar ist. Für die Berechnungen im Block 140 zur Bestimmung der Zündungskorrektur und/oder der Ausblendungen gelten dabei die nachfolgend dargestellten Formeln.

In anderen Ausführungsbeispielen dagegen können

jedoch lediglich Zündwinkleingriff (vgl. Fig. 4) und/oder Einspritzausblendungen (vgl. Fig. 5 und 6) ohne elektrische Eingriffsmöglichkeit in die Luftzufuhr vorgesehen sein. Auch in diesen Ausführungsbeispielen ist die beschriebene in Fig. 3 dargestellte Schnittstellenstruktur in vorteilhafter Weise bezüglich der vorhandenen Eingriffsmöglichkeiten unverändert anwendbar, wobei bei Verzicht auf die Luftbeeinflussung der strichliert dargestellte Block 108 wegfällt, bei ausschließlicher Zündungseingriff (vgl. Fig. 4) der Einspritzpfad sowie Block 152, bei ausschließlicher Einspritzungseingriff (vgl. Fig. 5) die Korrektur des Zündwinkels (Blöcke 158, 160 fallen weg, Block 150 und 146 werden zusammengezogen, da  $zkwf = zwist$ ) entfällt. Ist sowohl Einspritzausblendung und Zündwinkleingriff vorgesehen, ergibt sich eine Konfiguration gemäß Fig. 6.

Da die Blöcke dieselben Funktionen wie in Fig. 3 erfüllen, wurden sie mit denselben Bezugszeichen versehen und auf eine erneute Beschreibung verzichtet, bezüglich der auf die Beschreibung zu Fig. 3 verwiesen wird.

Eine Vereinfachung der Schnittstelle kann durch Reduzierung der Komplexität der Kennfelder und -linien (z. B. 122, 124, 128, 130, 140, 142, 144, etc.) erreicht werden. Dadurch kann eine Schnittstelle beliebiger Komplexität realisiert werden, ohne Eingriffe in die Grundstruktur der Schnittstelle vornehmen zu müssen.

Im folgenden wird die Arbeitsweise der Schnittstelle anhand verschiedener Beispiele näher beschrieben.

Zunächst sei ein Momentenreduzierwunsch beschrieben. Wird ein schneller Momenteneingriff erforderlich, so erfolgt dieser durch Vergleich zwischen dem geforderten Verbrennungsmoment  $movsol$  und dem unter normalen Bedingungen durch die Füllung erzeugten Verbrennungsmoment  $movfü$ . Ist  $movsol$  kleiner als  $movfü$ , z. B. bei einem ASR-Eingriff oder infolge eines entsprechenden Reduzierwunsches der Getriebesteuerung, wird die Momentenreduzierung durch Veränderung des Zündwinkels und/oder durch Ausblendung von Einspritzimpulsen erfolgen. Ein langsamerer Eingriff zur Reduzierung erfolgt über die Einstellung der Luftzufuhr. Dabei können verschiedene Strategien für den Zündwinkleingriff und für das Muster der Einspritzausblendung verfolgt werden. Eine Einstellung der Luftzufuhr gemäß  $movsol$  findet dabei bei vorhandener Eingriffsmöglichkeit parallel über den Luftpfad 108 statt, bei nicht vorhandener Eingriffsmöglichkeit entspricht die Luftzufuhr der Fahrervorgabe und wird in dem Wert  $movfü$  berücksichtigt.

Zunächst sei der Fall beschrieben, daß nur der Zündwinkleingriff möglich ist (vgl. Fig. 4). In diesem Fall ergibt sich die Beziehung zwischen dem Verbrennungsmomentensollwert  $movsol$  und der Zündwinkelkorrektur  $dzw$ , welche durch die Berechnungsstufe 140 ermittelt wird, durch die folgende Gleichung:

$$movsol = movopt * F(dzw) \quad (1)$$

wobei  $F(dzw)$  den Momentenreduktionsfaktor abhängig von der Zündwinkelkorrektur (in Form einer Kennlinie) bezogen auf den optimalen Zündwinkel darstellt und in einer Kennlinie abgelegt ist, wobei  $dzw$  die Differenz zwischen Soll-Zündwinkel und optimalen Zündwinkel darstellt. Dabei ist der Block 140 über die Leitung 141 mit der Ausgangsleitung des Blocks 144 verbunden. Dies entspricht der allgemeinen Darstellung nach Fig. 3, wo der Berechnung des Zündungs- bzw. Einspritzeingriffs  $movfü$  zugrundeliegt.

Der Zündwinkelkorrekturwert  $dzw$  bezogen auf den optimalen Zündwinkel  $zwopt$  ergibt sich dann aus dem inversen Faktor gemäß der folgenden Gleichung:

$$dzw = F^{-1}(movsol/movopt) \quad (2)$$

Dieser berechnete Wert wird auf die maximal erlaubte Zündwinkelkorrektur  $dzwmax$ , welche eine Funktion der angesaugten Luftmasse und der Drehzahl ist, begrenzt, so daß sichergestellt ist, daß das vom Zylinder angesaugte Gemisch noch zündet. Daraufhin wird der Zündwinkelkorrekturwert  $dzkwf$  bezogen auf den Kennfeldzündwinkel des Zündeinsteilsystems  $zwkf$  durch Subtraktion des optimalen und Addition des Kennfeldzündwinkels bestimmt (vgl. Gleichung 3). Dabei wird unter Kennfeldzündwinkel  $zwkf$  der Zündwinkel verstanden, der sich ohne Zündwinkleingriff durch die Momentenschnittstelle einstellen würde.

$$dzkwf = dzw - zwopt + zwkf \quad (3)$$

Da durch die Zündwinkelkorrektur allein keine große Momentenänderung realisiert werden kann, ist eine Anwendung des Verfahrens mit ausschließlicher Zündwinkelkorrektur in Verbindung mit einem elektronischen Gaspedalsystem vorteilhaft, da in diesem Fall durch die Zündwinkelkorrektur lediglich eine schnelle Reaktion erreicht werden soll. Die Einstellung der Luftzufuhr und die Zündwinkelkorrektur erfolgen in diesem Fall gleichzeitig.

Als zweite Möglichkeit bietet sich die Momentenreduktion durch ausschließlichen Eingriff in die Kraftstoffzumessung durch Ausblendung von Einspritzimpulsen an (vgl. Fig. 5). Dabei ist eine gewisse Anzahl von sogenannten Ausblendstufen vorgesehen. Die Z Ausblendstufen bestimmen die Anzahl der maximal möglichen Stufen der Ausblendung der Zylinder. Z.B. können bei einem Vier-Zylinder-Motor 8 Ausblendstufen vorgesehen sein, in welchen über vier Kurbelwellenumdrehungen einzelne Zylinder je nach Ausblendstufen abgeschaltet werden (1. Stufe Abschaltung 0,5 Zylinder, 2. Stufe 1 Zylinder, 3. Stufe 1,5 Zylinder, etc.). Die achte Ausblendstufe kann einer kompletten Abschaltung entsprechen. Dabei ist jeder beliebige Faktor der Zylinderzahl möglich und wird je nach der gewünschten Drehmomentenlücke zwischen zwei Stufen, d.h. der Differenz der Drehmomente in zwei benachbarten Stufen, gewählt.

Bei der Bestimmung des vom Motor abgegebenen Verbrennungsmoments bei ausgeblendeten Zylindern muß dann über eine gewisse Anzahl von Kurbelwellenumdrehungen gemittelt werden, wobei die Anzahl der Kurbelwellenumdrehungen sich an der Zahl der vorhandenen Ausblendstufen orientiert. Im obigen Beispiel wären das vier Kurbelwellenumdrehungen.

Der Zusammenhang zwischen dem Sollverbrennungsmoment  $movsol$  und dem durch die eingestellte Luftzufuhr erzeugten Verbrennungsmoment  $movfü$  ergibt sich bei X ausgeblendeten Zylindern (Ausblendstufe X) bei Z möglichen Ausblendstufen und bei zumindest bei den nicht ausgeblendeten Zylindern gleichbleibendem Kennfeldzündwinkel  $zwkf$  wie folgt:

$$movsol = (1 - X/Z) * movfü \quad (4)$$

Dabei ist zu berücksichtigen, daß der Beitrag zum Verbrennungsmoment  $movfü$  von einem ausgeblendeten Zylinder 0 ist. Wird die obige Gleichung nach X



aufgelöst, ergibt sich die zur Bereitstellung des Sollverbrennungsmoments geeignete Ausblendstufe bzw. die geeignete Zahl auszublendender Zylinder über einen vorgegebenen Kurbelwellenwinkel:

$$X = Z \cdot (\text{movf} - \text{movsol}) / \text{movf} \quad (5).$$

Der berechnete Wert von X (vgl. Block 140) muß dabei möglicherweise aufgerundet (oder abgerundet) werden, um eine erlaubte bzw. vorhandene Ausblendstufe zu erhalten. Durch Aufrundung ergibt sich eine gegenüber der gewünschten Momentenreduzierung etwas größere Reduzierung, so daß dies eine bevorzugte Maßnahme sein kann.

Das Einspritzausblendmuster wird meistens als ein rollierendes Muster ausgeführt sein, so daß jeder Zylinder innerhalb einer vorbestimmten Zeit je nach Ausmaß der Einspritzausblendung nicht mit Kraftstoff versorgt wird. Dies verbessert die Laufruhe des Motors und verhindert ein zu starkes Auskühlen der abgeschalteten Zylinder.

Als weiteres Beispiel zu der Momentenreduzierung sei der Eingriff in die Kraftstoffzumessung und in den Zündwinkel vorgestellt (Fig. 6). Dabei ist zu beachten, daß in Fig. 6 anstelle der Verwendung des Wertes movf im Block 140 ein effektives Verbrennungsmoment move verwendet wird, welches bezogen auf den optimalen Zündwinkel das Ausblenden von Zylindern bereits berücksichtigt. Dies stellt lediglich eine andere Möglichkeit der Berechnung dar. Die Berücksichtigung der auszublendenden Zylinder bei der Bestimmung des Verbrennungsmoments erfolgt bei der Darstellung nach Fig. 3 im Block 140.

Die Momentenreduzierung ergibt sich durch eine Kombination der oben dargestellten Fälle durch folgende Gleichung:

$$\text{movsol} = (1 - X/Z) \cdot \text{movopt} \cdot F(\text{dzw}) \quad (6).$$

Zur Bestimmung des Sollverbrennungsmoments können zwei Strategien verfolgt werden. Zum einen kann dem Zündwinkleingriff eine gegenüber der Einspritzausblendung höhere Priorität zugeordnet werden, um z. B. die Abgasemission zu reduzieren. Dies bedeutet, daß der Zündwinkleingriff je nach vorgegebenem Kupplungsmomentensollwert bis zu seiner maximal erlaubten Zündwinkeländerung dzwmax zugelassen wird und erst dann, wenn eine noch größere Momentenreduzierung angefordert wird, die Zylinderausblendung zugelassen wird. Daher wird zunächst die Anzahl der Reduzierstufen gemäß Gleichung (6) zu 0 gesetzt und die Zündwinkelkorrektur dzw wie im Falle der ausschließlich vorhandenen Zündwinkelkorrektur gemäß Gleichung (2) berechnet. Ist der Zündwinkelkorrekturwert kleiner als der vorgegebene Maximalwert, findet keine Einspritzausblendung statt und der Zündwinkleingriff erfolgt wie oben beschrieben. Wurde jedoch erkannt, daß der Zündwinkelkorrekturwert dzw größer als der maximal vorgegebene Korrekturwert ist, wird die Zahl der auszublendenden Zylinder gemäß Gleichung (6) durch Einsetzen des maximalen Zündwinkelkorrekturwertes dzwmax berechnet und durch folgende Gleichung dargestellt:

$$X = Z \cdot (\text{movopt} \cdot F(\text{dzwmax}) - \text{movsol}) / (\text{movopt} \cdot F(\text{dzwmax})) \quad (7).$$

Nach Aufrunden und Auswahl des Ausblendmusters

werden die vorgegebene Anzahl von Zylindern ausgeblendet. Wird eine sehr genaue Realisierung des Sollkupplungsmoments gefordert, wird der aufgerundete Wert der Zahl der auszublendenden Zylinder nochmals in obige Gleichung (6) eingesetzt und ein Zündwinkelkorrekturwert dzw gemäß der folgenden Gleichung bestimmt:

$$\text{dzw} = F^{-1}(\text{movsol} / (\text{movopt} \cdot (1 - X/Z))) \quad (8).$$

In diesem Fall kann das Einspritzausblendmuster grob sein, sich beispielsweise auf einer der Zylinderzahl entsprechenden Anzahl von Stufen beschränken. Die entstehende Momentenlücke zwischen zwei Ausblendstufen wird durch die Zündwinkelkorrektur kompensiert. Die oben beschriebene Gleichung (8) gilt nur, wenn die Zahl X kleiner als die Gesamtzahl Z der Ausblendstufen ist. Sind diese beiden Werte gleich, gibt es keine Zündwinkelkorrektur mehr und der Motor erreicht sein minimales Moment mokupmin, welches gerade die Verlustmomente durch Schleppmoment und Nebenverbraucher beinhaltet. Eine weitere Reduzierung der Antriebsleistung ist durch Motoreingriff nicht möglich und muß z. B. durch Bremsen- oder Getriebeeingriff erfolgen, wobei zu berücksichtigen ist, daß bei Fahrzeugen mit elektrischer Beeinflussung der Luftzufuhr gleichzeitig zur Kraftstoff- und Zündungseinstellung eine Einstellung der Luftzufuhr erfolgt.

Eine zweite Möglichkeit ist, daß die Einspritzausblendung höhere Priorität als der Zündwinkleingriff besitzt. Bei dieser Strategie wird die Zündwinkelkorrektur nur zur feinen Dosierung des Motormoments zwischen zwei Ausblendstufen verwendet.

Bei dieser Vorgehensweise wird in Gleichung (6) der Zündwinkelkorrekturwert dzw auf die Differenz zwischen dem optimalen und dem Kennfeldzündwinkel gesetzt. Die Zahl der auszublendenden Zylinder X ergibt sich dann aus Gleichung (5). Dieser Wert wird auf eine ganze Zahl abgerundet und anschließend der Zündwinkelkorrekturwert dzw aus Gleichung (8) durch Einsetzen der Zahl der auszublendenden Zylinder X berechnet. Der Zündwinkelkorrekturwert wird dann auf den Kennfeldzündwinkel bezogen und der Kennfeldwinkelkorrekturwert gemäß Gleichung (3). Aus der berechneten Zahl auszublendender Zylinder wird ein Ausblendmuster ermittelt und vom Einspritzsystem realisiert. Dabei kann die Zahl der Stufen der Einspritzausblendung auch klein sein, insbesondere der Zylinderzahl entsprechen. Die Momentenlücke zwischen zwei Stufen wird die Zündwinkelkorrektur kompensiert.

Eine vergleichbare Vorgehensweise wird bei einem Momentenerhöhungswunsch, beispielsweise durch einen MSR-Eingriff oder die Getriebesteuerung, vorgenommen.

Dabei ist das Kupplungssollmoment mokupsol (movsol) größer als der durch die Füllung unter Normalbedingungen erzeugte Momentenbeitrag mokupf (movf). Der schnelle Momentenaufbau kann nur durch Zündwinkeländerung bis zum optimalen Zündwinkel zwopt bzw. bis zur Klopfgrenze erfolgen. Da der Kennfeldzündwinkel meistens schon nahe am optimalen Zündwinkel liegt, kann eine Momentenerhöhung über eine Zündwinkeländerung nicht mehr erzielt werden. Die Anforderung der schnellen Momentenerhöhung von MSR kann im Schub erreicht werden, indem die Anzahl der auszublendenden Zylinder gemäß Gleichung (5) berechnet wird und die Differenz zwischen der maximalen Anzahl der Ausblendstufen und der Zahl

der auszublendenden Zylinder eingesetzt wird. Durch MSR wird die Schubabschaltung aufgehoben.

Vorzugsweise kann die Anforderung der Momentenerhöhung dadurch realisiert werden, daß ein Kupplungsmoment mokupsol über den Luftpfad (Leerlaufsteller oder E-Gas, siehe Fig. 3) eingestellt wird. Im Falle von Leerlauf ist grundsätzlich kein externer Motoreingriff erlaubt. Die Leerlaufinformation wird ebenso wie z. B. die Schubbetriebsinformation, während dessen kein ASR-Eingriff möglich ist, über die Schnittstelle an die Teilsysteme abgegeben.

Das Motorschleppmoment moverl setzt sich aus Motorreibverlust und Motordrosselverlust zusammen und ist abhängig von Motortemperatur, Motordrehzahl und Saugrohrdruck. Dieser Wert kann vorteilhaft in ein Schleppmoment bei Saugrohrdruck Null (geschlossene Drosselklappe, Luftmasse Null) und in eine Momentenkorrektur dmoverl in Abhängigkeit vom Saugrohrdruck zerlegt werden:

$$\text{moverl} = \text{moverl}(\text{Ps} = 0) - \text{dmoverl}(\text{Ps}) \quad (9).$$

Das Schleppmoment bei geschlossener Drosselklappe kann ebenso vorteilhaft wieder in ein Schleppmoment abhängig von der Motordrehzahl und in ein Schleppmoment abhängig von der Motortemperatur zerlegt werden und wird im Leerlauf gemäß dem bekannten Stand der Technik adaptiert. Entsprechend diesem Stand der Technik wird der Momentenbedarf von Nebenaggregaten bestimmt. Die Korrekturgröße des Schleppmoments kann in Abhängigkeit vom Saugrohrdruck durch Interpolation einer Kennlinie bestimmt werden. Wenn kein Drucksensor zur Messung vom Saugrohrdruck vorhanden ist, kann der Saugrohrdruck durch Produkt der Saugrohrtemperatur und der Füllung ersetzt werden, da der Saugrohrdruck proportional zum Produkt von Füllung und Saugrohrtemperatur ist.

Das Istmotormoment mokupist errechnet sich aus der tatsächlich realisierten Zahl der ausgeblendeten Zylinder X und dem Zündwinkelwert gemäß Gleichung (6) unter Berücksichtigung des Schleppmoments und des Momentenbeitrags der Nebenaggregate bzw. des Trägheitsmoments des Motors.

Dieser Wert zusammen mit dem Minimalmoment mkupmin (= -(moverl + mona)) und dem durch die Füllung bereitgestellten Kupplungsmoment unter Normalbedingungen mkupfü wird vorzugsweise an andere Steuergeräte mitgeteilt. Auch das maximal erreichbare Kupplungsmoment mokupmax unter Berücksichtigung der momentanen Luftdichte wird an andere Steuergeräte mitgeteilt. Das Kupplungsmoment unter normalen Bedingungen mokupfü dient dabei als ein Bezugspunkt der Regelung in anderen Steuergeräten, z. B. wird bei ASR ein maximal zulässiges Kupplungsmoment mozul aus dem Radschlupf berechnet. Wenn dieser Wert kleiner als das Kupplungsmoment unter Normalbedingungen ist, wird das ASR-Statusbit gesetzt und das zulässige Kupplungsmoment als Kupplungsmomentensollwert zur Motorsteuerung geschickt. Wenn das zulässige Motormoment größer als das unter Normalbedingungen vorhandene Kupplungsmoment ist, wird das ASR-Statusbit zurückgesetzt und der Eingriff beendet. Bei MSR wird umgekehrt wie bei ASR vorgegangen.

Bei der Getriebesteuerung kann in vorteilhafter Weise eine gewünschte schnelle Momentenerhöhung während der Schaltung dadurch realisiert werden, daß die Getriebesteuerung das nach dem Schaltvorgang gewünschte Moment über den Fahrerwunsch vorgibt, das

tatsächlich während des Schaltvorgangs zu realisierende Kupplungsmoment aber über Momenteingriff mokupsol ausgibt. Hier liegt das durch die Füllung unter normalen Bedingungen realisierte Kupplungsmoment mokupfü oberhalb des momentan angeforderten Kupplungsmoments mokupsol. Die Momentendifferenz zwischen diesen beiden Werten wird durch Zündwinkelkorrektur kompensiert und die Erhöhung des Istkupplungsmoments auf den Fahrerwunsch nach der Schaltung durch Zurücknahme der Zündwinkelkorrektur realisiert.

Die Berechnung des Verbrennungsmoments movopt bei optimalem Zündwinkel aus einem Momentenkennfeld ist bei verschiedenen Motordrehzahlen in Abhängigkeit von der Füllung tlist im wesentlichen linear und kann vorteilhafterweise bei weniger hohen Genauigkeitsanforderungen wie folgt vereinfacht werden:

$$\text{movopt} = \text{tlist} * G(n) \quad (10)$$

oder:

$$\text{movopt} = \text{tlist} * G \quad (11).$$

Dabei stellt G(n) einen drehzahlabhängigen Faktor dar, der im wesentlichen durch den drehzahlabhängigen Verbrennungswirkungsgrad bestimmt ist und bei weiterer Reduzierung der Genauigkeit durch einen mittleren Faktor ohne Drehzahlabhängigkeit ersetzt werden kann.

Eine entsprechende Vorgehensweise kann auch vorteilhaft in Verbindung mit alternativen Antriebskonzepten, wie Wasserstoffmotoren, Anwendung finden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung eines Fahrzeugs,
  - mit wenigstens zwei Teilsystemen, welche über ein sie verbindendes Kommunikationssystem Informationen austauschen,
  - wobei wenigstens eines der Teilsysteme zur Steuerung der Antriebseinheit des Fahrzeugs dient,
  - wobei dem Antriebseinheitsteuersystem von dem wenigstens einen Teilsystem zumindest in wenigstens einem Betriebszustand wenigstens Werte bezüglich einer Größe übermittelt, die durch Einstellung wenigstens eines die Leistung der Antriebseinheit beeinflussenden Parameters beeinflussbar ist und die von dem Antriebseinheitsteuersystem durch Einstellen von wenigstens einem dieser Parameter bereitgestellt wird, wobei die Größe mittelbar oder unmittelbar ein Maß für die Leistungsabgabe oder das Leistungsvermögen der Antriebseinheit, ein Maß für das von der Antriebseinheit abzugebene Moment oder der abzugebenen Leistung ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dem Antriebseinheitsteuersystem Vorgabewerte bezüglich des von ihr abzugebenden Drehmoments (Kupplungsmoment), des von ihr zu erzeugenden Verbrennungsmoments oder der von ihr abzugebenden Leistung zugeführt werden.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilsysteme Systeme zur Durchführung einer Antriebs-schlupfregelung, einer Motorschleppmomentregelung, einer Getriebesteuerung und/oder einer Fahrwerkregelung darstellen.



4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die von dem wenigstens einen Teilsystem übermittelten Vorgabewerte in entsprechende Einstellwerte zur Steuerung von Zündung und/oder Kraftstoffzumessung und/oder Luftzufuhr umgewandelt werden im Sinne einer Einstellung des Vorgabewertes. 5
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dem Antriebseinheitsteuersystem von dem wenigstens einen Teilsystem Vorgabewerte bezüglich des von der Antriebseinheit abzugebenden Moments übermittelt werden und das diesem Momentenwunsch entsprechende Moment durch Ausblenden bzw. Aktivieren einer ermittelten Zahl von Einspritzungen und/oder durch Korrektur des eingestellten Zündwinkels und/oder durch Einstellung der Luftzufuhr unabhängig vom Fahrerwunsch eingestellt wird. 10 15
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das dem Antriebseinheitsteuersystem von dem wenigstens einen Teilsystem eine Statusinformation übermittelt wird, nach deren Maßgabe das Antriebseinheitsteuersystem die Einstellung des Momentenwunsches vornimmt. 20 25
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebseinheitsteuersystem Werte für das von ihr abgegebene Moment ermittelt und dem wenigstens einen Teilsystem übermittelt. 30
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dem wenigstens einen Teilsystem eine Statusinformation des Antriebseinheitsteuersystems über den aktuellen Betriebszustand der Antriebseinheit übermittelt wird. 35
9. Vorrichtung zur Steuerung eines Fahrzeugs,  
 — mit wenigstens zwei Teilsystemen, welche über ein sie verbindendes Kommunikationssystem Informationen austauschen, 40  
 — wobei wenigstens eines der Teilsysteme zur Steuerung der Antriebseinheit des Fahrzeugs dient,  
 — wobei dem Antriebseinheitsteuersystem von dem wenigstens einen Teilsystem zumindest in wenigstens einem Betriebszustand wenigstens Werte bezüglich einer Größe übermittelt, die durch Einstellung wenigstens eines der Leistung der Antriebseinheit beeinflussen- 45  
 den Parameters beeinflußbar ist und die von dem Antriebseinheitsteuersystem durch Einstellen von diesem wenigstens einen Parameter bereitgestellt wird, wobei die Größe mittelbar oder unmittelbar ein Maß für die Leistungsabgabe oder das Leistungsvermögen der Antriebseinheit, ein Maß für das von der Antriebseinheit abgegebene Moment oder der abgegebenen Leistung ist. 50 55
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das wenigstens eine Teilsystem eine Antriebsschlupfregelung, eine Motorschleppmomentregelung, eine Getriebesteuerung und/oder eine Fahrwerkregelung ist, die einen Momentenwunsch für das von der Antriebseinheit abzugebende Moment abgeben, der durch Korrektur von 60 65  
 Zündung und/oder Einspritzung und/oder Einstellung der Luftzufuhr bereitgestellt wird.

---

- Leerseite -



Fig. 1

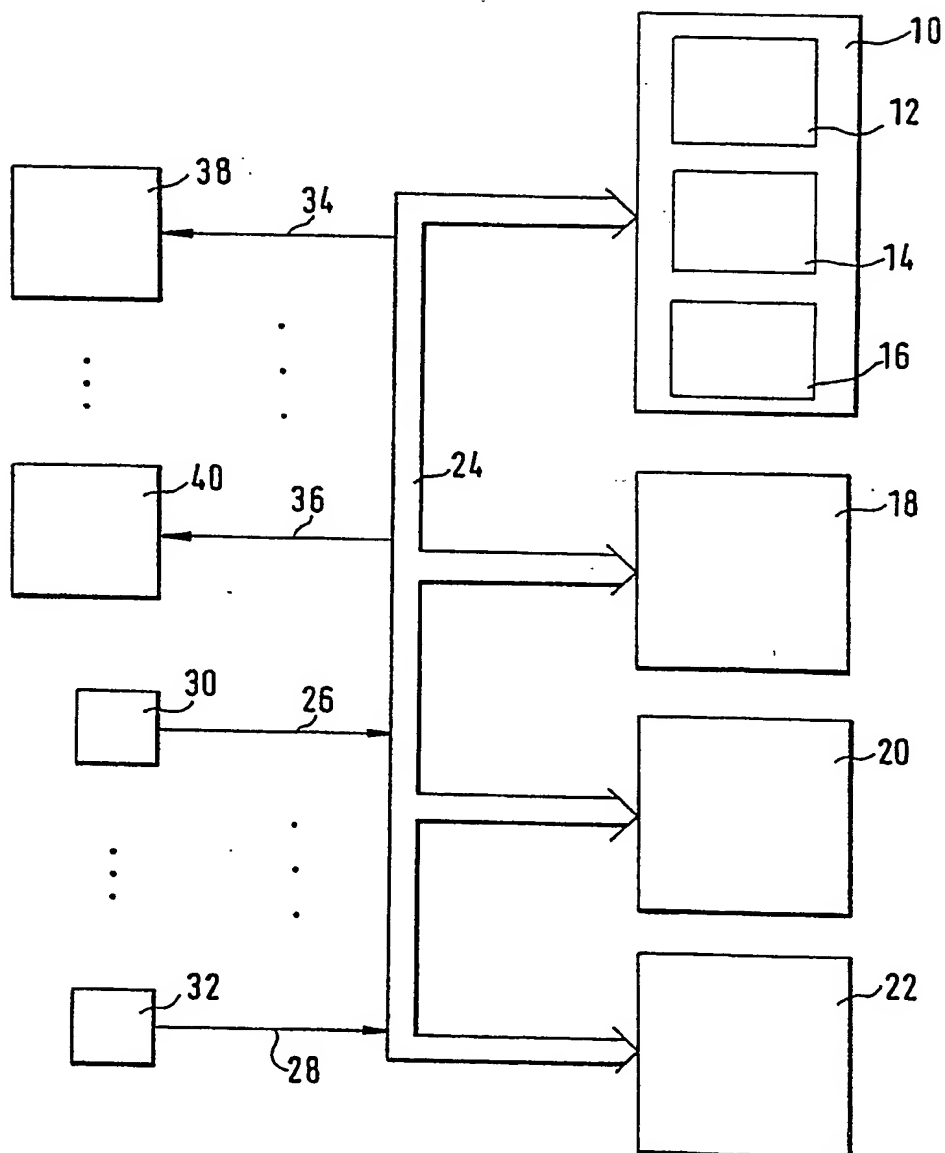
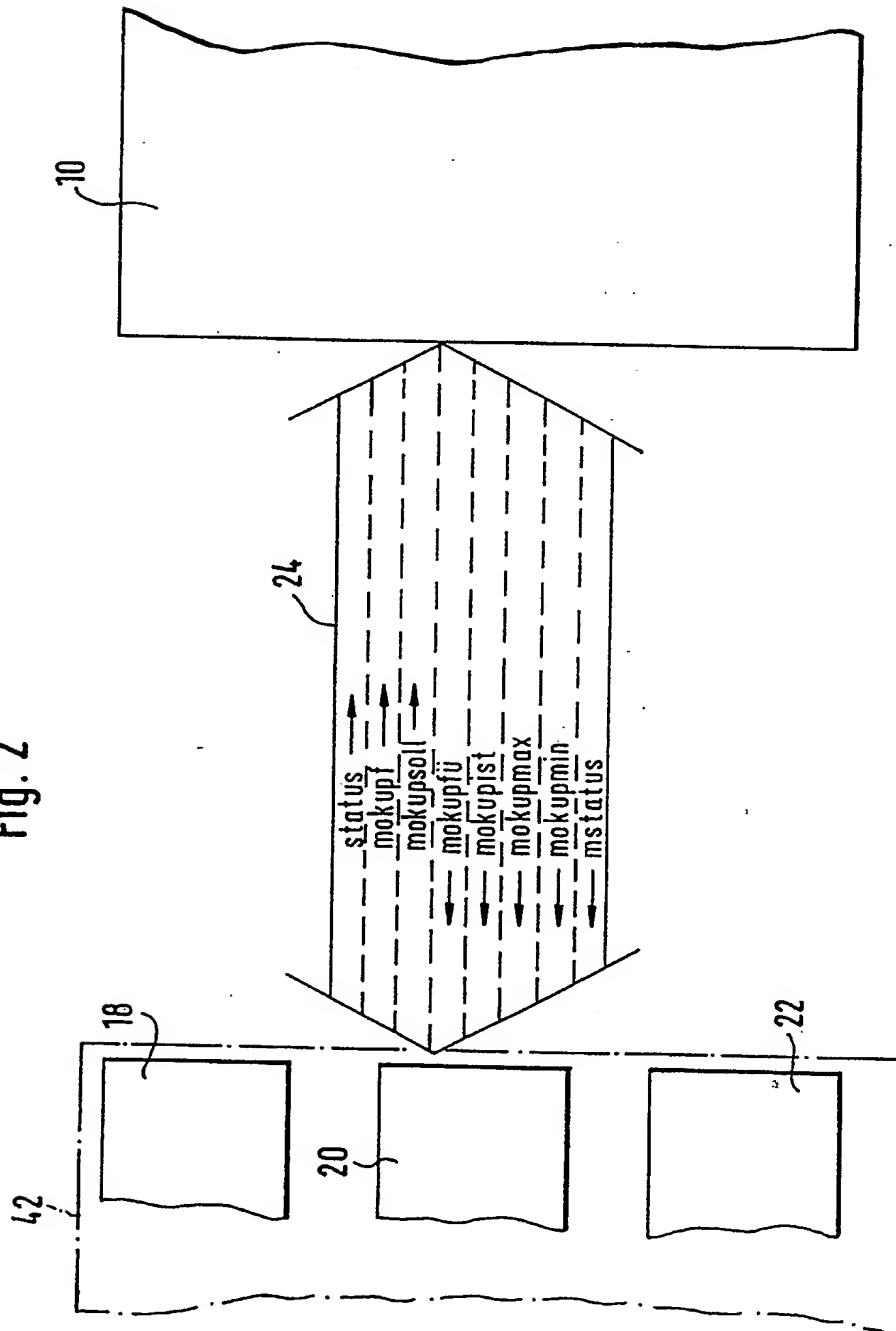


Fig. 2



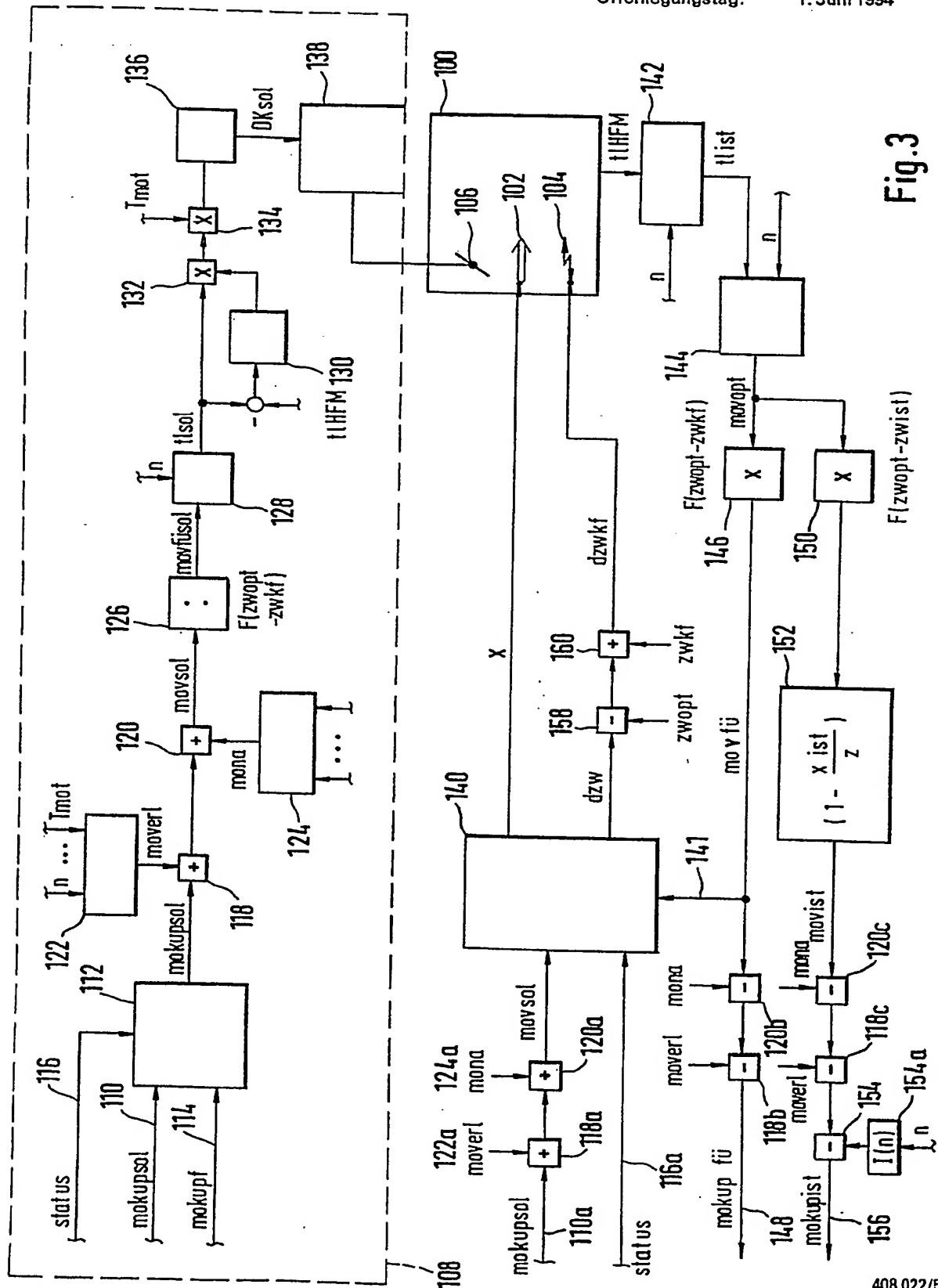


Fig. 3

Fig. 4

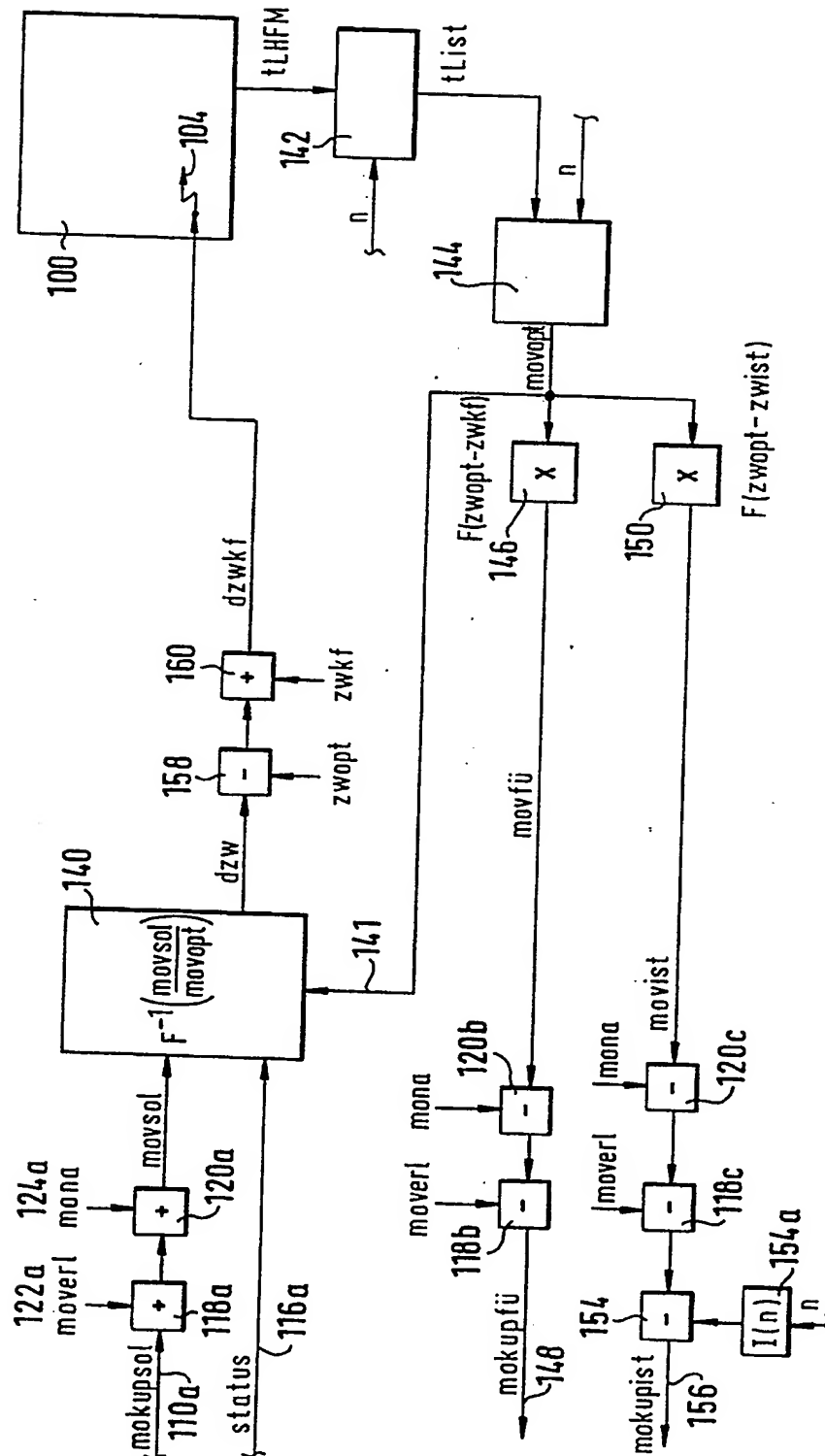




Fig. 5

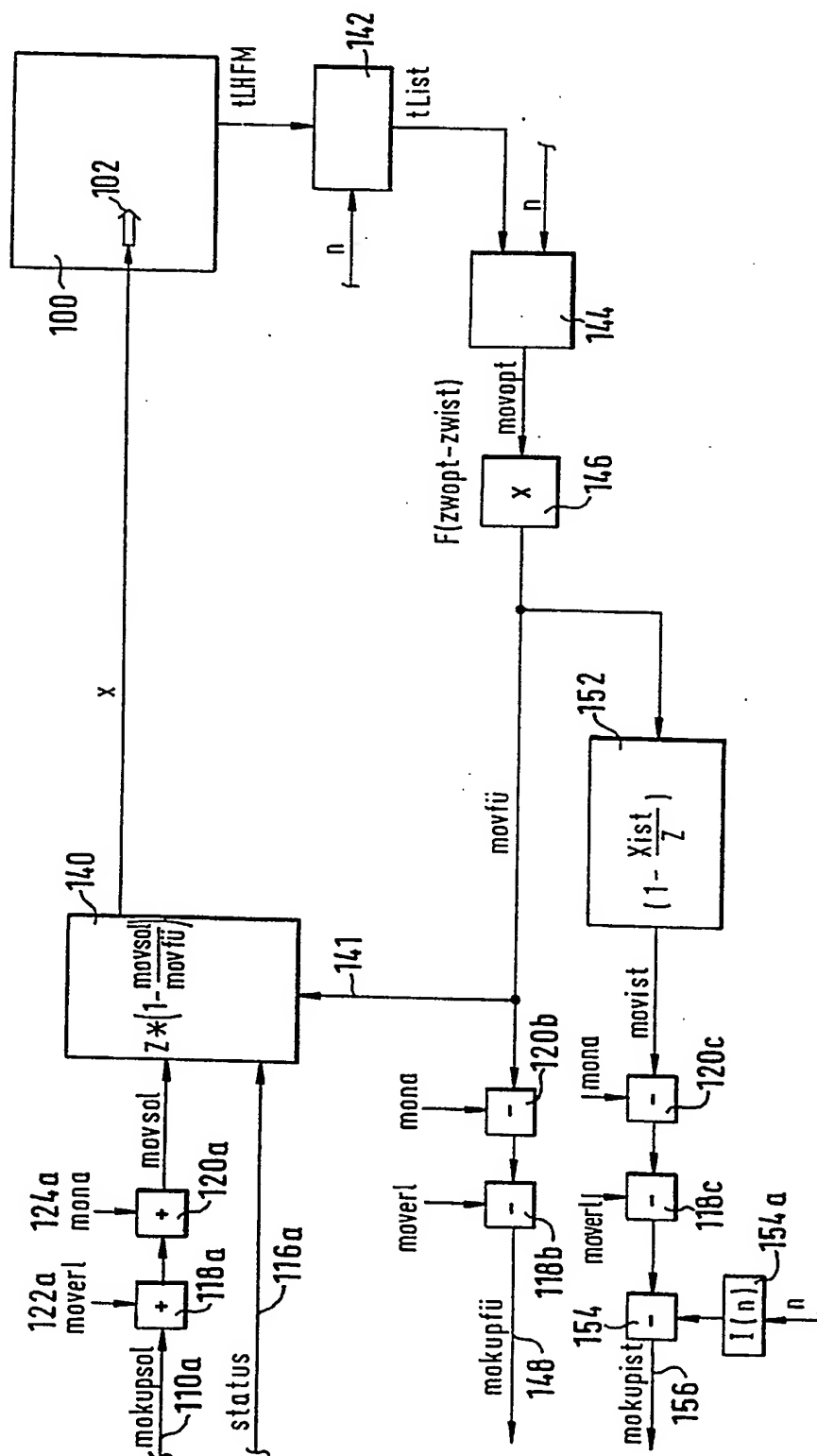


Fig. 6

